

## PEMILIHAN TUNNELING IPv6IP PADA FTP UNTUK KONFIGURASI TRANSISI IPv4 KE IPv6 TERBAIK

Mochamad Bilal <sup>(1)</sup>, Teguh Andrianto <sup>(2)</sup>

Teknik Informatika Universitas Nusantara PGRI Kediri

Jl. KH. Achmad Dahlan no. 76 Kediri

e-mail : [moch.bilal@unpkediri.ac.id](mailto:moch.bilal@unpkediri.ac.id)

### Abstract

*IP address version 6 in the world of computer networks is raised to overcome the limitations of IP address allocation version 4, (Deering & Hinden, 1998). Steps are needed gradually to transition from IPv4 to IPv6. One of the IPv4 transition methods to IPv6 is IPv6 over IPv4 (IPv6IP) tunneling, (Amoss & Minoli, 2008). There are several kinds of tunneling. This study aims to test the performance of pure IPv4, pure IPv6, IPv6IP manual tunneling, auto, and GRE by using FTP applications as a means of testing so that the best configuration can be obtained for FTP applications. The research is done by connecting server and client computers separated by 5 pieces of cisco router. Address the relationship between computers with routers using IPv6 while the connection between routers using IPv4. Every router connected to the computer tunneling settings. On the server computer is run FTP server software and on the client computer is downloaded 10 files with different sizes. During the download process performed tunneling performance analysis includes Throughput, Goodput, and Delay..*

**Keywords : Tunneling, IPv6IP, throughput, goodput, delay**

Alamat IP versi 6 dalam dunia jaringan komputer dimunculkan untuk mengatasi keterbatasan alokasi alamat IP versi 4, (Deering & Hinden, 1998). Diperlukan langkah secara bertahap untuk transisi dari IPv4 menuju IPv6. Salah satu metode transisi IPv4 menuju IPv6 adalah tunneling IPv6 over IPv4 (IPv6IP), (Amoss & Minoli, 2008). Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja dari IPv4 murni, IPv6 murni, tunneling IPv6IP manual, auto, dan GRE dengan menggunakan aplikasi FTP sebagai sarana pengujian sehingga bisa didapatkan konfigurasi terbaik untuk aplikasi FTP. Penelitian dilakukan dengan cara menghubungkan komputer server dan client yang dipisahkan dengan 5 buah *router* Cisco. Alamat hubungan antara komputer dengan router menggunakan IPv6 sedangkan hubungan antar router menggunakan IPv4. Setiap router yang terhubung dengan komputer dilakukan setting tunneling. Pada komputer server dijalankan software FTP server dan pada komputer client dilakukan download 10 file dengan ukuran yang berbeda-beda. Selama proses download dilakukan analisis kinerja tunneling meliputi Throughput, Goodput, dan Delay.

**Kata Kunci : Tunneling, IPv6IP, throughput, goodput, delay**

### 1. PENDAHULUAN

*Internet protocol* atau IP merupakan salah satu protokol yang banyak digunakan di dunia. Sebagaimana besar protokol IP yang digunakan saat ini mengikuti standar protokol IPv4. Seiring dengan meningkatnya pengguna *internet*, pengalamatan IPv4 diprediksi sudah tidak memadai dalam menghadapi banyaknya permintaan kebutuhan alamat IP. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dibuatlah standar protokol baru yang disebut IPv6. IPv6 merupakan protokol *internet* baru yang dikembangkan pada tahun 1994 oleh *Internet Engineering Task Force* (IETF) untuk menggantikan IPv4 yang saat ini tengah mendekati ambang batas alokasi alamatnya.

Untuk dapat menerapkan IPv6 terdapat permasalahan yaitu cara yang tepat untuk melakukan transisi dari IPv4 ke IPv6. Oleh karena itu, yang menjadi perhatian utama pada masa ini adalah bagaimana jaringan IPv6 yang telah diterapkan secara bertahap mampu di implementasikan beriringan dengan sistem pengalamatan IPv4 yang sudah ada sebelumnya. Salah satu solusi yang dapat digunakan adalah mengimplementasikan mekanisme *Tunneling* (Arafat, et al., 2014). Terdapat banyak cara untuk menguji performa *tunneling* yaitu dengan menjalankan berbagai protokol jaringan yang terdapat pada layer aplikasi pada jaringan. Diantaranya : *web*

*browser, Domain Name Service, FTP, Video Streaming, Video Conference, Telnet*, dan lain sebagainya (Hong, et al., 2006).

*File Transfer Protocol (FTP)* merupakan suatu protokol yang berfungsi untuk pertukaran file dalam suatu jaringan komputer yang mendukung protokol *TCP/IP*. *FTP* berjalan di level aplikasi yang merupakan standar untuk proses transfer file antar mesin dalam sebuah network. *FTP* menyediakan transfer data yang *reliable* karena menggunakan protokol transport *TCP* serta transfer file yang lebih cepat dan efisien dibanding penggunaan web base file manager, hal ini dikarenakan *command* *FTP* dibuat dalam *DOS* (Kurose & Ross, 2013).

Pada penelitian ini dilakukan percobaan dengan beberapa konfigurasi yaitu *IPv4* murni, *IPv6* murni, *IPv6IP Manual*, *Auto*, dan *GRE* yang akan dibandingkan performanya menggunakan aplikasi *FTP* berdasarkan parameter *transfer time*, *goodput*, dan *delay* (Arafat, et al., 2014).

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana memilih jenis konfigurasi tunneling terbaik untuk digunakan pada aplikasi *file transfer protokol (FTP)*. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja tunneling *IPv6* over *IPv4* kemudian merekomendasikan metode tunneling manakah dari *IPv6IP Manual*, *Auto*, dan *GRE* yang paling baik kinerjanya pada aplikasi *FTP*.

Penelitian tentang tunneling telah dilakukan oleh para peneliti terdahulu, diantaranya :

Perdana (2009) dan Wibowo (2011) melakukan analisis performansi *FTP* pada jaringan *IPv6* dengan Tunneling *6to4* Manual dan *ISATAP* dengan menggunakan dua buah notebook yang diterapkan sebagai server dan client dan dua buah router sebagai jaringan intermediate. Hasil yang didapat adalah konfigurasi *IPv4* murni memiliki nilai *throughput*, *delay*, dan *transfer time* yang paling baik dibanding konfigurasi lainnya.

Aazam, et al (2010), melakukan analisis performansi tunneling Teredo dan *ISATAP*. Uji coba dilakukan dengan menggunakan dua laptop, satu server *DNS*, dan dua router. Hasil yang didapat adalah Tunneling *ISATAP* lebih efisien daripada Tunneling Teredo.

Sedyono (2013) membandingkan *QoS* jaringan *dual stack* dan *IPv6 over IPv4 tunneling*. Dari hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa mekanisme transisi *IPv4* ke *IPv6* dapat dilakukan dengan baik dengan mekanisme *dual stack* dibanding dengan tunneling, baik itu pada protokol *UDP* maupun *TCP* untuk berbagai ukuran paket. Hal ini ditunjukkan dengan tingkat *delay* dan *jitter* yang lebih rendah, serta *throughput* maksimum yang lebih besar.

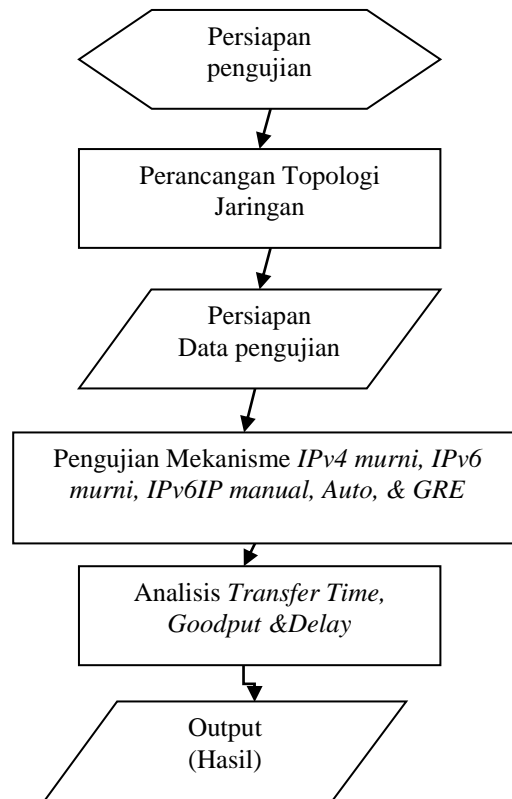
Grayeli, et al (2012), melakukan analisis mekanisme transisi *IPv4* ke *IPv6* dengan membandingkan *Dual-stack*, *tunneling GRE*, dan *6to4* menggunakan software simulasi *OPNET*. Parameter yang digunakan untuk membandingkan adalah *delay* dan *jitter*. Dari hasil percobaan didapatkan hasil bahwa nilai *delay* pada metode *dual-stack* adalah yang paling kecil sedangkan nilai *delay* pada metode *tunneling GRE* adalah yang paling besar. Nilai *jitter* pada metode *dual-stack* adalah yang paling kecil sedangkan nilai *jitter* pada *tunneling GRE* adalah yang paling besar.

Albkerat & Issac (2014), melakukan analisis perbandingan *delay* dan *throughput* untuk mekanisme *Dual-Stack*, tunneling manual, dan *6to4*. Simulator yang digunakan adalah *OPNET*. Dari penelitian didapatkan hasil diantaranya *delay* pada mekanisme *Dual-Stack* lebih kecil dari pada mekanisme tunneling manual dan *6to4*. Nilai *throughput* terbesar diperoleh pada mekanisme *Dual-Stack*.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan pendekatan metode riset eksperimental. Riset eksperimental merupakan penelitian yang memungkinkan untuk menentukan penyebab dari suatu perilaku. Untuk menggambarkan riset eksperimental bisa dilakukan pada dua kelompok dimana kelompok satu disebut kontrol tanpa diberi perlakuan apapun sedangkan pada kelompok ke dua diberikan perlakuan (*treatment*). Diasumsikan kedua kelompok ini sama (Hasibuan, 2007).

Adapun tahapan dalam penelitian ini adalah ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Metodologi Penelitian**

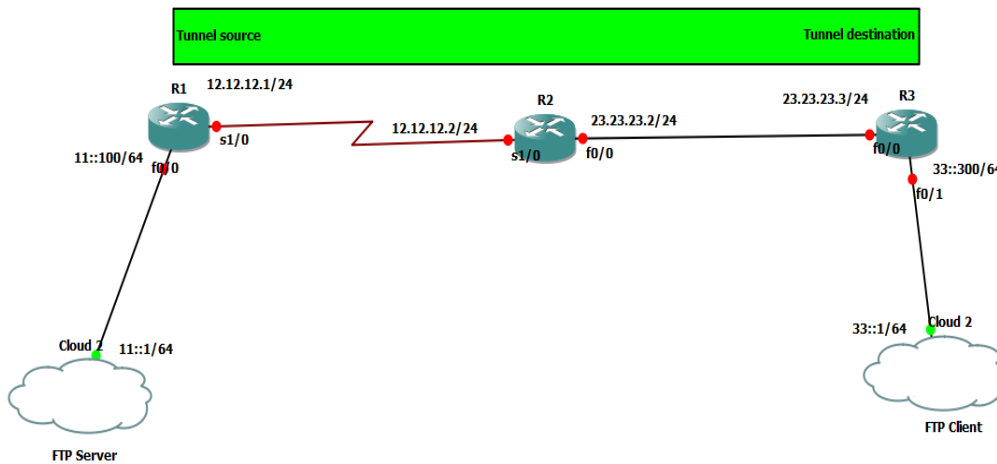
### 2.1. Persiapan Pengujian

Pada tahap ini dilakukan persiapan pengujian dengan melakukan studi pustaka untuk mencari informasi tentang IPv4 murni, IPv6 murni, mekanisme *tunneling IPv6IP manual, Auto dan GRE*.

### 2.2. Perancangan Arsitektur Jaringan

Pada tahap ini akan dirancang jaringan menggunakan 5 buah router dan dilakukan konfigurasi pada setiap router

Implementasi pengujian menggunakan topologi fisik sebagaimana pada Gambar 2. Antara router R1 dan R3 dibuat suatu tunnel untuk melewati paket IPv6 dari FTP server ke FTP client maupun sebaliknya.



**Gambar 2. Topologi fisik tunneling IPv6 over IPv4**

Setelah topologi dirancang seperti pada Gambar 2 kemudian diberikan konfigurasi alamat IP maupun konfigurasi tunneling yang berbeda-beda sesuai dengan jenis tunneling yang digunakan. Perangkat komputer yang berperan sebagai FTP server, FTP client maupun interface router yang terhubung langsung dengan komputer diberi alamat IPv6. Sedangkan interface router yang terhubung dengan interface router lainnya diberi alamat IPv4. Konfigurasi alamat IPv4 maupun IPv6 yang diberikan kepada setiap perangkat sebagaimana dijabarkan pada Tabel 1.

Tiap konfigurasi tunneling yang diberikan kemudian dilakukan pengujian download file menggunakan aplikasi FTP. Paket yang lewat diamati menggunakan software Wireshark.

**Tabel 1. Konfigurasi alamat IP tunneling IPv6 over IPv4**

Hardware	Node	Jenis IP	IP Address
Server	Ethernet 0	IPv6	11::1/64
Router 1	Fast Ethernet 0/0	IPv6	11::100/64
	Serial 1/0	IPv4	12.12.12.1/24
Router 2	Serial 1/0	IPv4	12.12.12.2/24
	Fast Ethernet 0/0	IPv4	23.23.23.2/24
Router 3	Fast Ethernet 0/0	IPv4	23.23.23.3/24
	Fast Ethernet 0/1	IPv6	33::300/64
Client	Ethernet 0	IPv6	33::1/64

**2.3. Persiapan Data Pengujian**

Pada tahap ini disiapkan beberapa data atau file yang memiliki ukuran yang berbeda-beda yang akan digunakan dalam testing *tunneling IPv6IP*.

**2.4. Pengujian Mekanisme Tunneling IPv6 over IPv4**

Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan 5 jenis konfigurasi yang berbeda, yaitu : IPv4 murni, IPv6 murni, *IPv6IP Manual*, *Auto*, dan *GRE*. Pengujian dilakukan untuk

membandingkan kinerja setiap konfigurasi. Data yang akan dianalisis meliputi ukuran rata-rata dimana bit-bit informasi bisa dilewatkan tiap satuan waktu (detik) dapat dikirim melewati jaringan (*throughput*), ukuran rata-rata dimana bit-bit informasi pada layer aplikasi tiap satuan waktu (detik) dapat dikirim melewati jaringan (*goodput*), waktu tunda pada proses transfer *packet* dari sumber paket ke tujuannya yang melewati serangkaian node (*delay*). Ketiga macam data ini dijadikan sebagai penilaian kinerja *tunneling IPv6 over IPv4*.

Pengambilan data dilakukan melalui pengunduhan *file* oleh *FTP Client* dari *FTP Server*. Proses *transferfile* nantinya akan di *capture* oleh aplikasi *wireshark* pada sisi *FTP Client*. Selanjutnya proses *transferfile* nantinya akan di *capture* oleh aplikasi *wireshark* pada sisi *FTP Server*. Pemilihan jenis dan ukuran file sifatnya bebas, hanya saja untuk alasan kemudahan file yang dipilih jenisnya sama yaitu file yang memiliki ekstensi \*.zip.

Ukuran besaran *file* dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. File1.zip dengan ukuran 10 MB.
2. File2.zip dengan ukuran 20 MB.
3. File3.zip dengan ukuran 30 MB
4. File4.zip dengan ukuran 40 MB.
5. File5.zip dengan ukuran 50 MB.

Pemilihan ukuran *file* yang bervariasi bertujuan untuk melihat ada atau tidaknya pengaruh dari ukuran *file* yang berbeda dengan parameter yang diamati. Percobaan *download* dilakukan 10 kali untuk masing-masing *file* dalam setiap jenis tunneling. Pada tahap ini dikumpulkan nilai-nilai hasil pengujian yang berupa *throughput*, *goodput*, dan *delay*.

## 2.5. Analisis throughput, goodput, dan delay

Pada tahap ini, nilai throughput, goodput, dan delay yang dimiliki oleh suatu konfigurasi dibandingkan dengan nilai kinerja yang dimiliki oleh konfigurasi lainnya.

## 2.6. Output (Hasil)

Hasil dari analisis adalah dengan diperolehnya salah satu metode terbaik dari 3 metode tunneling yang telah diujikan kemudian dibandingkan dengan konfigurasi IPv4 murni dan IPv6 murni. Kinerja tunneling yang terbaik kemudian direkomendasikan untuk aplikasi FTP yang melewatkan pengiriman file melalui infrastruktur tunneling.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Nilai Transfer Time

Dari pengujian pada setiap tunneling untuk setiap file yang diujikan sebanyak 10 kali diperoleh nilai rata-rata transfer time seperti pada Tabel 2. Semakin besar nilai transfer time maka kinerja tunneling semakin buruk.

**Tabel 2. Nilai Transfer Time**

Ukuran File	Transfer Time (detik)		
	Manual	Auto	GRE
10 MB	620,91	105,49	96,37
20 MB	1189,16	207,87	185,23
30 MB	1807,45	316,46	284,00
40 MB	2413,45	416,47	370,17
50 MB	3115,57	516,21	463,71

### 3.2. Nilai Goodput

Dari pengujian pada setiap tunneling untuk setiap file yang diujikan sebanyak 10 kali diperoleh nilai rata-rata goodput seperti pada Tabel 3. Nilai goodput berhubungan terhadap nilai transfer time karena nilai goodput diperoleh dari nilai transfer time dibagi ukuran data yang dilewatkan. Semakin besar nilai goodput maka kinerja tunneling semakin baik.

**Tabel 3. Nilai Goodput**

Ukuran File	Goodput (kbps)		
	IPv6IP Manual	IPv6IP Auto	GRE
10 MB	137,27	807,44	883,72
20 MB	138,62	807,72	888,98
30 MB	139,14	802,18	884,35
40 MB	136,21	797,47	887,34
50 MB	134,42	802,63	885,53

Nilai goodput berbanding terbalik dengan nilai transfer time. Dari Tabel 3 bisa disimpulkan bahwa jenis tunneling memiliki pengaruh terhadap nilai goodput.

### 3.3. Nilai Delay

Dari pengujian pada setiap tunneling untuk setiap file yang diujikan sebanyak 10 kali diperoleh nilai rata-rata delay seperti pada Tabel 4. Nilai tidak secara langsung berhubungan dengan nilai transfer time maupun nilai goodput. Nilai delay didapat dari hasil pengamatan paket yang dilewatkan dalam jaringan melalui aplikasi wireshark. Nilai delay yang dijadikan pengujian adalah *queuing delay*. Nilai berbanding terbalik dengan nilai kinerja jaringan. Semakin besar nilai delay maka nilai kinerja tunneling semakin buruk.

Nilai delay tidak dipengaruhi oleh ukuran file. Setiap data yang dikirim akan dipecah menjadi beberapa segmen kemudian setiap segmen diberi header. Antara satu paket dengan paket berikutnya terdapat waktu jeda yang disebut delay. Nilai delay sangat dipengaruhi oleh proses yang ada pada router untuk setiap jenis tunneling.

**Tabel 4. Perbandingan delay**

Ukuran File	Delay (mili detik)		
	IPv6IP Manual	IPv6IP Auto	GRE
10 MB	73,49	14,37	12,52
20 MB	73,69	13,78	12,53
30 MB	73,35	13,84	12,35
40 MB	73,59	13,83	12,43
50 MB	73,75	14,20	12,41

Dengan parameter transfer time, goodput, dan delay dapat disimpulkan bahwa kinerja tunneling yang terbaik untuk aplikasi FTP adalah GRE dan IPv6IP Auto. Adapun tunneling IPv6IP manual memiliki kinerja hampir 20 % saja dari tunneling GRE dan IPv6IP auto.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan parameter transfer time, konfigurasi GRE memiliki nilai transfer time paling kecil sehingga bisa dianggap sebagai tunneling terbaik untuk aplikasi FTP. Tunneling IPv6IP manual memiliki transfer time 6,72 kali dari GRE. Berdasarkan parameter goodput, konfigurasi GRE

memiliki nilai goodput paling besar sehingga bisa dianggap sebagai tunneling terbaik untuk aplikasi FTP. Tunneling IPv6IP auto memiliki goodput 90% dari GRE. Tunneling IPv6IP manual memiliki goodput 15% dari GRE. Berdasarkan parameter delay, konfigurasi GRE memiliki nilai delay paling kecil sehingga bisa dianggap sebagai tunneling terbaik untuk aplikasi FTP. Tunneling IPv6IP auto memiliki delay 1,14 kali dari GRE. Tunneling IPv6IP manual memiliki delay 5,94 kali dari GRE. Perbedaan header pada setiap tunneling memiliki pengaruh terhadap nilai transfer time, goodput, dan delay yang secara umum berpengaruh kepada nilai kinerja tunneling. Perbedaan network prefix yang digunakan untuk alamat IPv6 memiliki pengaruh terhadap proses routing. Semakin besar prefix dari alamat IPv6 maka semakin baik nilai kinerja tunneling.

Tunneling yang disarankan untuk aplikasi FTP dengan menggunakan lebih dari dua router adalah tunneling GRE. Adapun tunneling IPv6IP Manual tidak disarankan karena nilai delay terlampaui jauh dari tunneling GRE dan IPv6IP auto.

Beberapa hal yang bisa dijadikan saran untuk penelitian di masa yang akan datang, diantaranya : terdapat banyak metode transisi IPv4 ke IPv6 yang perlu diteliti perbandingan performanya, seperti : Dual-stack, Teredo, 6rd, dan tunnel broker. Serta masih ada beberapa aplikasi yang bisa digunakan sebagai sarana membandingkan metode transisi IPv4 ke IPv6, yaitu : Video Streaming, HTTP, DNS, DHCP, SNMP dan PPP.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aazam, M., Khan, I. & Qayyum, A., 2010. Comparison of ipv6 tunneled traffic of Teredo and ISATAP over test-bed setup. *2010 International Conference on Information and Emerging Technologies (ICIET)*, pp. 1-4.
- Albkerat, A. & Issac, B., 2014. Analysis of IPv6 Transition Technologies. *International Journal of Computer Networks & Communications (IJCNC)*, Volume 6(5), pp. 19-38.
- Amoss, J. J. & Minoli, D., 2008. *Handbook of IPv4 to IPv6 Transition*. 2nd ed. Newyork: Auerbach Publications.
- Anonim, 2009. *Xlight ftp Server*.  
[http://www.xlightftpd.com\\_](http://www.xlightftpd.com_), diakses 23 Mei 2017.
- Arafat, M. Y., Sobhan, M. A. & Ahmed, f., 2014. Study on Migration from IPv4 to IPv6 of a Large Scale Network. *Modern Applied Science*, 8(3), pp. 67-84.
- Averous, M. S., 2012. *Analisis Unjuk Kerja Aplikasi Video Streaming pada Jaringan IPv6 dan IPv6-Duall Stack dengan Menggunakan PC Router dan Emulator GNS3*. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Davies, J., 2012. *Understanding IPv6*. 3rd ed. California: Microsoft.
- Deering, S. & Hinden, R., 1998. *The Internet Engineering Task Force (IETF®)*.  
[https://tools.ietf.org/html/rfc2460\\_](https://tools.ietf.org/html/rfc2460_) diakses 11 Mei 2017.
- García, N. Y. G., Céspedes, J. M. S. & Cubides, J. F. H., 2013. Evaluation of The Performance of Techniques to Transmit IPv6 Data through IPv4 Networks. *TECCIENCIA*, Volume 8(15), pp. 65-73.
- Grayeli, P., Sarkani, S. & Mazzuchi, T., 2012. Performance Analysis of IPv6 Transition Mechanisms over MPLS. *International Journal of Communication Networks and Information Security (IJCNIS)*, Volume 4, pp. 91-103.
- Hagen, S., 2014. *IPv6 Essentials*. 3rd ed. California: O'Reilly.
- Hong, S., Ko, N., Ryu, H. y. & Kim, N., 2006. *New IPv6 Transition Mechanism based on End-to-End Tunnel*. s.l., IEEE Xplore, pp. 168-170.
- Kurose, J. F. & Ross, K. W., 2013. *Computer Networking, A Top-Down Approach*. 6th ed. New Jersey: Pearson.

- 
- Newman, D., 1999. *The Internet Engineering Task Force (IETF®)*. Available at: [https://tools.ietf.org/html/rfc2647\\_](https://tools.ietf.org/html/rfc2647_), diakses 26 Juli 2017.
- Perdana, M. P., 2009. *Analisa Performansi File Transfer Protocol pada Jaringan IPv6 dengan Tunneling 6to4 dan ISATAP*. Depok: Program Studi Teknik Elektro FT UI.
- Postel, J., 1981. *The Internet Engineering Task Force (IETF®)*. Available at: [https://tools.ietf.org/html/rfc791\\_](https://tools.ietf.org/html/rfc791_), diakses 11 May 2017.
- Prawirayudha, A., 2008. *Analisa Performa Jaringan Automatic 6to4 Tunneling dan jaringan Manually Configured IPv6 Tunneling dengan Menggunakan Aplikasi VLC dan Helix Streaming Server*, Depok: FTE Universitas Indonesia.
- Samad, M. et al., 2002. *Deploying Internet Protocol version 6 (IPv6) over Internet Protocol version 4 (IPv4) tunnel*. s.l., IEEE Xplore, pp. 109-112.
- Sofana, I., 2012. *Cisco CCNP dan Jaringan Komputer*. Pertama ed. Bandung: Informatika.
- Tanenbaum, A. S., 2003. *Computer Network*. 10 ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Templin, F., Gleeson, T. & Thaler, D., 2008. *The Internet Engineering Task Force (IETF®)*. [https://tools.ietf.org/html/rfc5214\\_](https://tools.ietf.org/html/rfc5214_), diakses 23 Mei 2017.
- Wibowo, R. A., 2011. *Analisis Perbandingan Performansi Tunneling ISATAP dan Tunneling 6to4 pada Jaringan File Transfer Protocol (FTP)*. Semarang: Fakultas Ilmu Komputer, Udinus.
- Wijayanti, R. D., 2009. *Perbandingan Performansi Aplikasi FTP pada Jaringan IPv4 dan IPv6 dengan MPLS*. Depok: Universitas Indonesia.
-